

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-225781

(43)Date of publication of application : 25.08.1998

(51)Int.CI. B23K 20/12  
 B23K 20/26  
 // B23K103:10

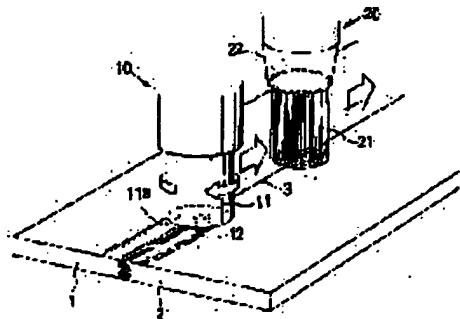
(21)Application number : 09-031804 (71)Applicant : SHOWA ALUM CORP

(22)Date of filing : 17.02.1997 (72)Inventor : ENOMOTO MASATOSHI  
 TAZAKI SEIJI  
 NISHIKAWA NAOKI  
 HASHIMOTO TAKENORI  
 IWAI ICHIRO

## (54) FRICTION STIRRING JOINING METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable excellent joining without causing defects even under a situation in which frictional heat is likely to be dispersed, and also to improve joining speed.  
**SOLUTION:** Joining members 1, 2 are joined by inserting a revolving probe 12 in or near their joining part 3 and by relatively moving the probe 12 in the inserted state along the joining part 3 while the part in contact with the probe is softened by frictional heat and stirred. In this case, the probe 12 is moved while the forward part of the joining part 3 in the moving direction of the probe is heated by an external heat source 21. The external heat source may be a laser beam, gas flame, heater, etc.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3081808

[Date of registration] 23.06.2000

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-225781

(43)公開日 平成10年(1998)8月25日

(51)IntCl.<sup>6</sup>  
B 23 K 20/12  
20/26  
// B 23 K 103:10

識別記号

F I  
B 23 K 20/12  
20/26

D

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願平9-31804

(22)出願日 平成9年(1997)2月17日

(71)出願人 000186843

昭和アルミニウム株式会社  
大阪府堺市海山町6丁224番地

(72)発明者 楢本 正敏  
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内

(72)発明者 田崎 淳司  
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内

(72)発明者 西川 直毅  
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内

(74)代理人 弁理士 清水 久義 (外2名)

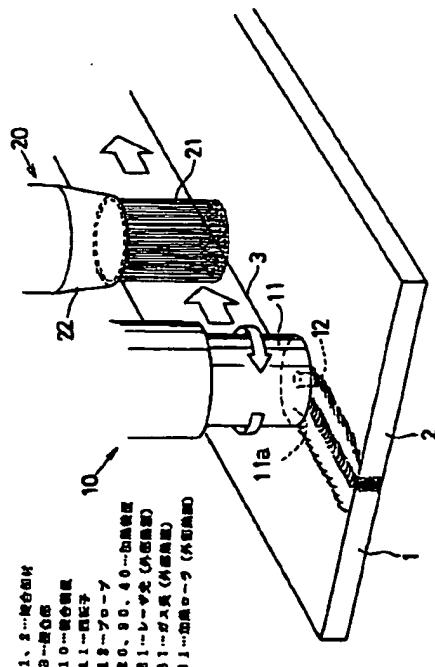
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 摩擦攪拌接合法

(57)【要約】

【課題】 摩擦熱が分散しやすい状況下でも接合不良を生じることなく良好に接合でき、更に接合速度を向上させることのできる摩擦攪拌接合法の提供。

【解決手段】 接合部材1、2の接合部3又はその近傍に回転するプローブ12を挿入し、プローブとの接触部を摩擦熱にて軟化させ攪拌しながら、プローブ12を挿入状態で接合部3に沿って相対的に移動させることにより接合部材1、2を接合する。このとき、接合部3のうちのプローブ12の移動方向前方部分を外部熱源21、31、41により加熱しながら、プローブ12を移動させる。外部熱源としてはレーザ光、ガス炎、ヒータ等が用いられる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 接合部材(1)(2)の接合部(3)又はその近傍に回転するプローブ(12)を挿入し、プローブとの接触部を摩擦熱にて軟化させ搅拌しながら、プローブ(12)を挿入状態で接合部(3)に沿って相対的に移動させることにより接合部材(1)(2)を接合する摩擦搅拌接合法において、前記接合部(3)のうちの前記プローブ(12)の移動方向前方部分を外部熱源(21)(31)(41)により加熱しながら、前記プローブ(12)を移動させることを特徴とする摩擦搅拌接合法。

【請求項2】 前記接合部材(1)(2)がアルミニウムからなり、且つ前記加熱部分の温度が500°C以下となるように加熱する請求項1記載の摩擦搅拌接合法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えばアルミニウム材等の金属材の接合に用いられる摩擦搅拌接合法に関する。

【0002】なお、この明細書において、「アルミニウム」の語はその合金を含む意味において用いる。

## 【0003】

【従来の技術】固相接合法の一つである摩擦搅拌接合法として、次のような方法が提案されている。即ち、図4に示すように、径大の円柱状回転子(111)の端部軸線上に、接合部材(101)(102)よりも硬質の径小のピン状プローブ(112)が突出して一体に設けられた接合装置(110)を用い、前記回転子(111)を高速で回転させつつ、突き合わせた2枚の接合部材(101)(102)の突き合わせ部(103)またはその近傍に前記プローブ(112)を挿入する。挿入は、一般には、回転子(111)のプローブ側平坦面からなる肩部(111a)が接合部材(101)(102)に当接するまで行う。そして、プローブ挿入状態のまま突き合わせ部(103)に沿ってプローブ(112)を接合部材(101)(102)に対し相対的に移動させる。プローブ(112)の回転により発生する摩擦熱、あるいはさらに回転子(111)の肩部(111a)と接合部材との摺動に伴い発生する摩擦熱により、プローブ(112)との接触部分近傍において接合部材(101)(102)は軟化しつつプローブにより搅拌されるとともに、プローブ(112)の移動に伴って、軟化搅拌部分がプローブ(112)の進行圧力を受けてプローブの通過溝を埋めるようにプローブ(112)の進行方向後方へと回り込む態様で塑性流動したのち摩擦熱を急速に失って冷却固化される。この現象がプローブ(112)の移動に伴って順次繰り返されていき、最終的に接合部材(101)(102)が突き合わせ部(103)において接合されるものである。また、このような摩擦搅拌接合法は、同図に示すような突合せ接合の

他、重ね接合等の接合にも用いられている。

【0004】このような摩擦搅拌接合によれば、固相接合であるため、接合部材である金属材の種類に制限を受けないとか、接合時の熱歪みによる変形が少ない、等の利点がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、接合部材(101)(102)が大きく接合距離が長いような場合には、摩擦熱が分散しやすくなるため、接合部(103)に摩擦熱を十分に与えることができず、接合不良を招いてしまうという欠点があった。その一方で、接合部(103)に摩擦熱を十分に与えようとして接合速度を速くしてしまうと、作業能率の低下を招いてしまうという問題も生じる。

【0006】この発明は、このような難点を解消するためになされたものであって、摩擦熱が分散しやすい状況下でも、接合不良を生じることなく良好に接合することができ、しかも接合速度を向上させることのできる摩擦搅拌接合法の提供を目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の請求項1は、接合部材の接合部又はその近傍に回転するプローブを挿入し、プローブとの接触部を摩擦熱にて軟化させ搅拌しながら、プローブを挿入状態で接合部に沿って相対的に移動させることにより接合部材を接合する摩擦搅拌接合法において、前記接合部のうちの前記プローブの移動方向前方部分を外部熱源により加熱しながら、前記プローブを移動させることを特徴とするものである。

【0008】こうすることにより、摩擦熱が分散しやすい状況下でも、外部熱源により摩擦熱の損失分が補充されて接合不良が防止される。また、プローブの到達前にプローブの移動方向前方部分の温度が既に上昇していることから、この部分がプローブと接触すると迅速に軟化するものとなり、接合速度を速くし得ると共に、プローブの移動の際にプローブが受ける抵抗力が軽減されてプローブの寿命が長くなる。さらに、加熱による温度上昇によって、接合部に付着している油、水分等の接合阻害物を接合前に蒸発させうるものとなる。外部熱源としては、レーザ光、ガス炎、ヒーター等が採用される。

【0009】また、請求項2は、上記請求項1の摩擦搅拌接合法において、前記接合部材がアルミニウムからなり、且つ前記加熱部分の温度が500°C以下となるよう加熱することとした。

【0010】アルミニウムからなる接合部材にあっては、前記加熱部分の温度が500°Cを超えると、熱歪みによる変形量が著しく増大してしまい、変形量が少ないという摩擦搅拌接合の利点が失われる。そこで、加熱部分の上昇温度が500°C以下となるように加熱することが好ましい。特に100°C乃至300°Cが最適である。

100°C未満では、接合速度を速くし難く、また300°Cを超えると熱歪みによる変形が生じ始めるからである。

【0011】

【発明の実施の形態】図1はこの発明の一実施形態に係るものである。同図において、(1) (2) は同一平面内において幅方向の一端面を突き合わせ状態に配置されたアルミニウム等の金属からなる2枚の板状接合部材であり、この突合せ部を接合部(3)とするものである。

【0012】(10)は接合装置であり、径大の円柱状回転子(11)の端部軸線上に径小のピン状プローブ(12)が突出して一体に設けられたものであり、回転子(11)を高速回転させることによりプローブ(12)も高速回転させうるものとなされている。なお、プローブ(12)及び回転子(11)は、接合部材(1) (2)よりも硬質でかつ接合時に発生する摩擦熱に耐えうる耐熱材料によって形成されている。

【0013】(20)は加熱装置であって、CO<sub>2</sub>レーザやYAGレーザ等の各種レーザ光(21)を熱源として両接合部材(1) (2)を加熱するものである。この加熱装置(20)は、レーザ光を出すレーザ発振器(図示せず)と、該発振器から出たレーザ光を集光したり、加熱すべき箇所にレーザ光の照準を合わせたりする光学系(図示せず)とを備えている。そして、レーザ光(21)が照射される略円筒状のノズル部(22)は、前記プローブ(12)の移動方向前方の近傍部位に配置されると共に、前記プローブ(12)の動きと連動するものとなされ、接合部(3)におけるレーザ照射位置が常に前記プローブ(12)の移動方向前方に位置するものとなされている。レーザ光(21)の照射幅は、回転子(11)先端の平坦状肩部(11a)の径と略同一寸法に設定されており、接合部(3)のうちプローブ近傍の部分だけを加熱して、この部分及びその周辺の温度を上昇させるものとなされている。また、加熱装置(20)は、レーザ光(21)の照射によって照射部の温度が接合部材(1) (2)の素材金属の融点以上に上昇しないようにその照射量が設定されている。接合部材(1) (2)がアルミニウム製である場合、加熱装置(20)による加熱温度は500°C以下に設定するのが良い。500°Cを超えると、熱歪みによる変形量が著しく増大してしまうからである。特に好ましくは100°C乃至300°Cである。100°C未満では、接合速度を速くし難く、また300°Cを超えると熱歪みによる変形が生じ始めるからである。

【0014】次に、前記接合装置(10)及び前記加熱装置(20)を用いて摩擦攪拌接合を行う場合について説明する。

【0015】加熱装置(20)のレーザ発振器を作動させてノズル部(22)からレーザ光(21)を照射されると共に、接合装置の回転子(11)を回転させてこれ

と一体回転するプローブ(12)を接合部(3)又はその近傍に接触させる。

【0016】そして、その摩擦熱により接合部分を軟化可塑化させ、更にプローブ(12)を押し付けて該プローブ(12)を接合部材(1) (2)の厚さ方向内部に挿入していく。プローブ(12)の挿入状態で、回転子(11)の肩部(11a)を接合部材(1) (2)の表面に当接させる。肩部(11a)の当接により、接合開始時あるいは接合途中の軟化部分の素材の飛散を防止し得て均一な接合状態を実現し得ると共に、接合部材(1) (2)と肩部(11a)との摺動による摩擦熱を生ぜじめて、プローブ(12)との接触部あるいはその近傍の軟化を促進し、さらに接合部材(1) (2)表面の凹凸形成を防止する。

【0017】プローブ(12)の挿入後、接合部(3)に沿って回転子(12)を移動させる。すると、これに連動して加熱装置(20)のノズル部(22)が接合部(3)に沿って移動し、これに伴いレーザ照射位置も移動する。プローブ(12)及び回転子(11)の回転により、プローブ(12)との接触部分周辺において、接合部材(1) (2)が摩擦熱によって軟化し且つ攪拌される。そして、プローブ(12)の移動によって、軟化攪拌部分がプローブ(12)の進行圧力を受けてプローブ(12)の通過溝を埋めるようにプローブ(12)の進行方向後方へと回り込む様で塑性流動したのち、摩擦熱を急速に失って急速固化される。

【0018】而して、プローブ(12)の移動方向前方部分は、レーザ光(21)の照射によって加熱され、予め温度が上昇しているから、プローブ(12)及び肩部(11a)は、この温度上昇部分を移動するものとなり、プローブ(12)及び肩部(11a)が加熱部分に到達するとプローブ(12)及び肩部(11a)との接触部が迅速に軟化し、プローブ(12)による軟化攪拌が容易になり得て、接合速度を速くすることができる。また、この迅速軟化により、プローブ(12)が受ける抵抗力が軽減され、プローブ(12)の寿命を長くすることができる。

【0019】こうして、接合部(3)の迅速軟化、攪拌、冷却固化がプローブ(12)の移動に伴って順次繰り返されていき、突合せ部において接合部材(1) (2)は相互に一体化され順次接合されていき、熱歪みの小さく良好な接合状態の接合品が得られる。

【0020】図2は加熱装置の変形例の一つを示すものであって、酸素アセチレン、酸素プロパン、酸素天然ガス等の各種ガス炎(31)を熱源として両接合部材(1) (2)を加熱するものである。この加熱装置(30)も同様に、ガス炎(31)が噴射される略円筒状のノズル部(32)は、前記プローブ(12)の移動方向前方の近傍部位に配置されると共に、前記プローブ(12)の動きと連動するものとなされ、接合部(3)にお

けるガス炎(31)噴射位置が常に前記接合装置(10)の移動方向前方に位置するものとなされている。また、ガス炎(31)の噴射幅は、接合部材(1)(2)の表面にぶつかってその先端部が広がった状態になったときに回転子(11)の肩部(11a)の径と略同一寸法になるように設定されており、接合部(3)のうちアローブ近傍の部分だけを加熱して、この部分及びその周辺の温度を上昇させるものとなされている。また、加熱装置(30)は、ガス炎(31)の噴射によって噴射部の温度が接合部材(1)(2)の素材金属の融点以上に上昇しないようにその噴射量が設定されている。

【0021】図2に示した加熱装置(30)を用いた摩擦搅拌接合では、ガス炎(31)の熱によってアローブ(12)及び肩部(11a)との接触部が迅速に軟化し、接合速度を速くすると共に、アローブ(12)の寿命を長くする。

【0022】図3は加熱装置の変形例のもう一つを示すものであって、ヒータから発生する熱を熱源として両接合部材(1)(2)を加熱するものである。この加熱装置(40)は、加熱ヒータ(図示せず)を内蔵した加熱ローラ(41)を接合部(3)に沿って転動させることで、接合部(3)に熱を付与するものである。この加熱装置(40)も同様に、加熱ローラ(41)が回動自在に枢支された略コ字状のローラ支持体(42)は、前記アローブ(12)の移動方向前方の近傍部位に配置されると共に、前記アローブ(12)の動きと連動するものとなされ、接合部(3)における加熱ローラ接触位置が常に前記アローブ(12)の移動方向前方に位置するものとなされている。また、加熱ローラ(41)の幅は、回転子(11)の肩部(11a)の径と略同一寸法に形成されており、接合部(3)のうちアローブ近傍の部分だけを加熱して、この部分及びその周辺の温度を上昇させるものとなされている。また、加熱装置(40)は、加熱ローラ(41)の熱によってその接触部の温度が接合部材(1)(2)の素材金属の融点以上に上昇しないようにその発热量が設定されている。

【0023】図3に示した加熱装置(40)を用いた摩擦搅拌接合では、加熱ローラ(41)の熱によってアローブ(12)及び肩部(11a)との接触部が迅速に軟化し、接合速度を速くすると共に、アローブ(12)の寿命を長くする。

【0024】なお、図2及び図3に示した実施形態において、接合装置(30)(40)による摩擦搅拌接合法は図1に示したものと同一である。

【0025】以上の三つの実施形態は、接合部材(1)(2)を局部的に加熱するものであるため、加熱部分の温度を上昇させるために消費されたエネルギー量が少なく、経済的に優れている。また、これらの実施形態のうち、図1に示したレーザ光(21)を利用した加熱装置

(20)の方が、照射部の温度をフィードバックさせてその照射量を調節することで温度調節を容易に行うことができる点で望ましい。さらに、接合部材(1)(2)の表面に凹凸や段差がある場合であっても、レーザ光(21)はこれらの障害に関係なく照射し得る点でも、図1に示したレーザ光(21)を利用した加熱装置(20)の方が望ましい。

【0026】なお、これら実施形態では、接合部材(1)(2)は突合せ接合によって一体化しているが、この発明では、この他、重ね接合等によって一体化しても良い。また、接合部材(1)(2)の全体を外部熱源(21)(31)(41)により加熱しながらアローブ(12)を移動させても良い。

【0027】

【実施例】A6N01-T5アルミニウム押出材からなる幅100mm×長さ1000mm×厚さ3mmの2枚の接合部材(1)(2)を用い、各接合部材(1)(2)の幅方向の端面を突き合わせてここを接合部(3)とした。なお、両接合部材(1)(2)には押出後のストレッチを施さなかった。

【0028】そして、図3に示した接合装置(10)と加熱装置(40)を用い、接合装置(10)の回転子(11)及びアローブ(12)を回転させて、回転子肩部(11a)が接合部材(1)(2)の表面に当接するまでアローブ(12)を接合部(3)に挿入し、加熱ローラ(41)の表面温度とアローブ(12)の移動速度を表1に示した値に設定して摩擦搅拌接合を行った。これを実施例1乃至4とする。

【0029】ここに、回転子(11)の外径は7.5mm、アローブ(12)の外径は3mm、加熱ローラ(41)とアローブ(12)との距離は50mm、アローブ(12)の挿入深さは3mmである。

【0030】なお、接合部(3)における加熱ローラ(41)との接触部の温度は、加熱ローラ(41)の移動速度、即ちアローブ(12)の移動速度が400mm/min乃至800mm/minの間で加熱ローラ(41)の表面温度まで上昇し、この温度はアローブ(12)が到達するまで冷えることなく保持されていたことを予備実験により確認している。

【0031】一方、比較例として、加熱ローラ(41)を用いないで、アローブ(12)の移動速度を400mm/min(比較例1)及び800mm/min(比較例2)にして摩擦搅拌接合を行った。なお、比較例1は、従来の摩擦搅拌接合法に採用されるアローブ移動速度である。

【0032】この結果を表1に示す。

【0033】

【表1】

	加熱ローラの表面温度 (°C)	プローブ移動速度 (mm/min)	接合状態	変形の程度 【注】
実施例1	100	800	良好	◎
実施例2	150	800	良好	◎
実施例3	300	800	良好	◎
実施例4	500	800	良好	○
比較例1	-	400	良好	◎
比較例2	-	800	不良	-

【注】 ◎…変形は認められない。  
○…僅かに変形した。

【0034】表1に示すように、実施例1乃至4では、プローブ(12)の移動速度を速くしても、良好な接合状態を維持することができる事が分かる。このうち、加熱ローラ(41)の表面温度が100°C乃至300°Cの間にある実施例1乃至3は、変形が認められず、熱歪みが生じなかった事が分かる。

#### 【0035】

【発明の効果】上述の次第で、請求項1の発明では、接合部のうちのプローブの移動方向前方部分を外部熱源により加熱しながら、プローブを移動させるものなので、摩擦熱が分散しやすい状況下でも、外部熱源により摩擦熱の損失分が補充され、接合不良を防止することができる。また、プローブの移動方向前方部分の温度が予め上昇していることから、プローブとの接触部が迅速に軟化するものとなり、接合速度を速くすることができる。しかも、この迅速軟化によりプローブの移動の際にプローブが受ける抵抗力が軽減され、プローブの寿命を長くすることができる。さらに、接合部に付着している油、水分等の接合阻害物を接合前に蒸発させることができる。

【0036】請求項2の発明では、接合部材がアルミニウムからなり、且つ加熱部分の温度が500°C以下とな

るよう加熱することから、アルミニウムからなる接合部材であっても良好な接合状態を維持したまま接合速度を速くすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態を示す斜視図である。

【図2】この発明のもう一つの実施形態を示す斜視図である。

【図3】この発明の更にもう一つの実施形態を示す斜視図である。

【図4】摩擦搅拌接合方法を説明するための斜視図である。

#### 【符号の説明】

1、2…接合部材

3…接合部

10…接合装置

11…回転子

12…プローブ

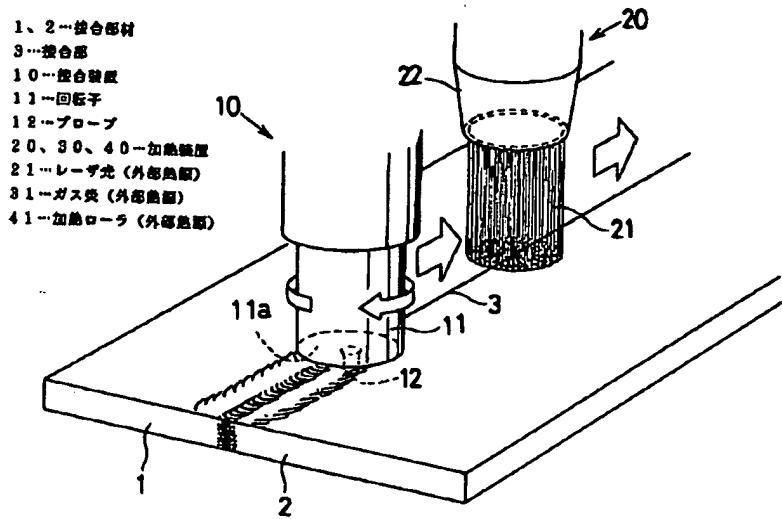
20、30、40…加熱装置

21…レーザ光(外部熱源)

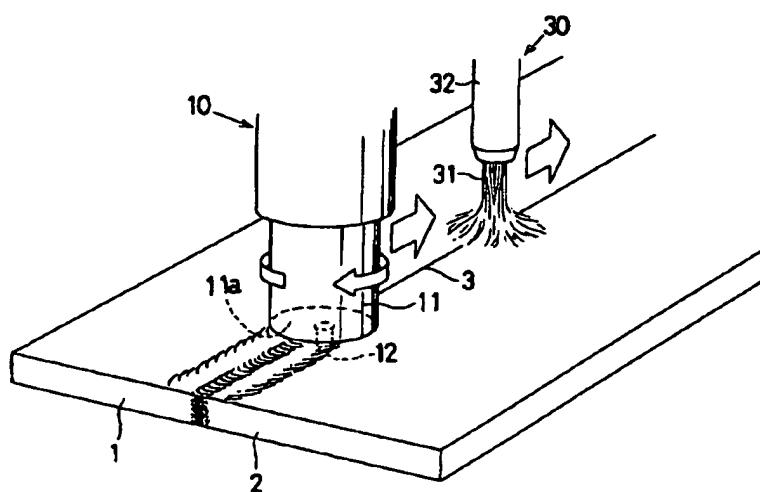
31…ガス炎(外部熱源)

41…加熱ローラ(外部熱源)

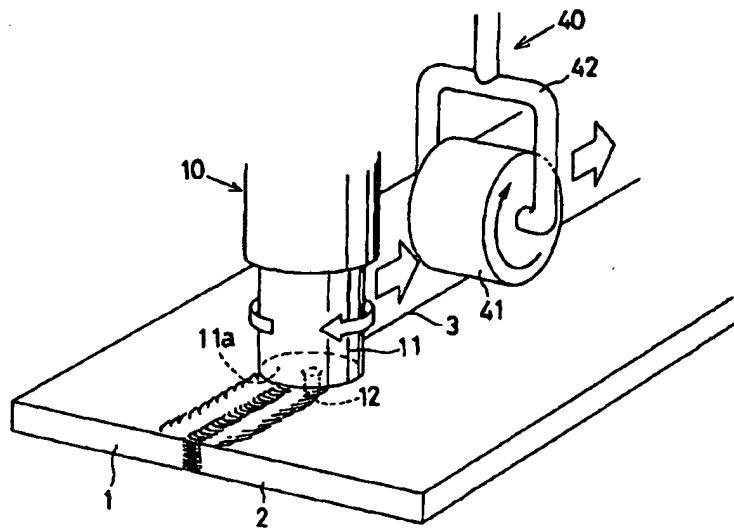
【図1】



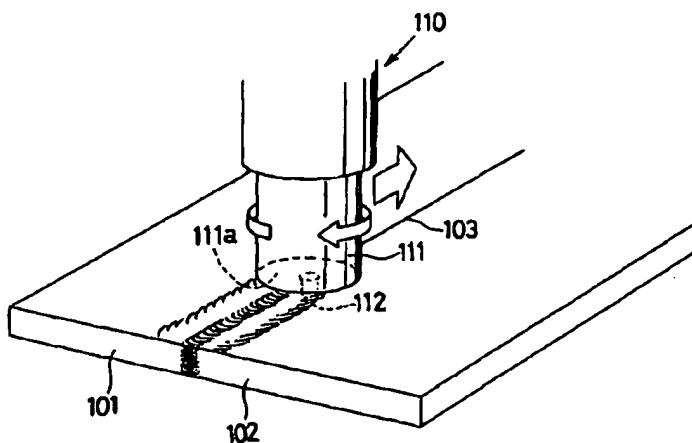
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 橋本 武典  
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内

(72)発明者 岩井 一郎  
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウム株式会社内